

# Notfall + Rettungsmedizin

German Interdisciplinary Journal of Emergency Medicine

Organ der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) | Organ des Deutschen Rates für Wiederbelebung – German Resuscitation Council (GRC)

## Elektronischer Sonderdruck für M. Bernhard

Ein Service von Springer Medizin

Notfall Rettungsmed 2010 · 13:399–414 · DOI 10.1007/s10049-010-1325-8

© Springer-Verlag 2010

zur nichtkommerziellen Nutzung auf der  
privaten Homepage und Institutssite des Autors

M. Bernhard · M. Helm · T.S. Mutzbauer · A. Aul · E. Popp · S. Doll · A. Völkl · E. Martin · A. Gries

## Invasive Notfalltechniken

Notfall Rettungsmed 2010 · 13:399–414  
 DOI 10.1007/s10049-010-1325-8  
 Online publiziert: 17. Juli 2010  
 © Springer-Verlag 2010

**Redaktion**

B. Dirks, Ulm  
 H. Domanovits, Wien  
 R. Somasundaram, Berlin  
 C. Waydhas, Essen



**Punkten Sie online auf  
 CME.springer.de**

**Teilnahmemöglichkeiten**

- kostenfrei im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- individuelle Teilnahme durch den Erwerb von CME.Tickets auf CME.springer.de

**Zertifizierung**

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig. Für Rettungsassistenten und -sanitäter ist diese Fortbildungseinheit von der Akademie für Rettungsdienst und Gefahrenabwehr der Landesfeuerwehrschule Hamburg sowie der Feuerwehr München mit 3 Stunden Fortbildung zertifiziert und damit bundesweit anerkennungsfähig.

**Hinweis für Leser aus Österreich**

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die auf CME.springer.de erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

**Kontakt und weitere Informationen**

Springer-Verlag GmbH  
 Fachzeitschriften Medizin / Psychologie  
 CME-Helpdesk, Tiergartenstraße 17  
 69121 Heidelberg  
 E-Mail: [cme@springer.com](mailto:cme@springer.com)  
 CME.springer.de

M. Bernhard<sup>1,2</sup> · M. Helm<sup>3</sup> · T.S. Mutzbauer<sup>4</sup> · A. Aul<sup>5</sup> · E. Popp<sup>2</sup> · S. Doll<sup>6</sup> · A. Völkl<sup>6</sup> · E. Martin<sup>2</sup> · A. Gries<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Zentrale Notaufnahme, Klinikum Fulda gAG

<sup>2</sup> Sektion Notfallmedizin, Klinik für Anaesthesiologie, Universitätsklinikum Heidelberg

<sup>3</sup> Sektion Notfallmedizin, Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Bundeswehrkrankenhaus Ulm

<sup>4</sup> Mutzbauer & Partner, Zürich

<sup>5</sup> Abteilung für Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, BG Unfallklinik Ludwigshafen

<sup>6</sup> Institut für Anatomie und Zellbiologie, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

# Invasive Notfalltechniken

**Zusammenfassung**

Bei bestimmten Notfällen können invasive Notfalltechniken lebensrettend sein. Die intraossäre Punktion mit nachfolgender intraossärer Infusion wird eingesetzt, wenn die Etablierung eines intravenösen Zugangs misslingt oder die entsprechende Anlage zuviel Zeit beansprucht und eine Medikamentengabe oder Infusion unerlässlich ist. Eine Notfallkoniotomie wird als „Ultima-ratio-Maßnahme“ dann durchgeführt, wenn weder die endotracheale Intubation noch alternative Methoden der Atemwegssicherung inklusive der Maskenbeatmung gelingen, aber eine zwingende Indikation zur Oxygenierung und Ventilation besteht. Die Anlage einer Thoraxdrainage wird zur Entlastung eines lebensbedrohlichen Spannungspneumothorax eingesetzt. Diese invasiven Notfalltechniken sind sowohl prähospital als auch innerklinisch selten notwendig und werden nur bei bestehender Indikation und vitaler Bedrohung entsprechend nationaler und internationaler Empfehlungen und Leitlinien durchgeführt. Praxisorientierte Ausbildungskonzepte können helfen, den individuellen Anwender zu trainieren und auf die Durchführung dieser nur seltenen aber lebensrettenden Maßnahmen vorzubereiten.

**Schlüsselwörter**

Notfalltechniken · Intraossäre Punktion · Thoraxdrainage · Notfallkoniotomie · Ausbildungskonzepte

## Invasive emergency techniques

**Abstract**

Invasive procedures serve as life-saving interventions in certain emergency situations. The intraosseous cannulation with subsequent intraosseous infusion is used in situations where intravenous access is impossible or too time-consuming. An emergent cricothyroidotomy may be performed as a measure of last resort, when tracheal intubation and airway alternatives, including bag-valve-mask ventilation, fail to work, but oxygenation and ventilation are imperative. Chest tube placement is used for life-threatening tension pneumothorax. These indications for invasive techniques are rare, in the prehospital as well as the hospital setting, as they will be performed only in life-threatening situations where national and international recommendations and guidelines justify their use. Practice-oriented educational concepts are useful to provide adequate training to clinicians who may have to perform these rare but life-saving invasive emergency procedures.

**Keywords**

Emergency techniques · Intraosseous puncture · Chest tube · Cricothyroidotomy · Practice-oriented training concept

Der Beitrag ist der Jubiläumsveranstaltung „10 Jahre Invasive Notfalltechniken Heidelberg“ am 16.10.2010 gewidmet.

**Invasive Notfalltechniken kommen nur selten zum Einsatz**

In bestimmten Notfallsituationen ist es notwendig, anstatt der üblichen Maßnahmen (Z. B. Anlage eines peripheren Zugangs, endotracheale Intubation) auf invasive Notfalltechniken zurückzugreifen [8]. Die intraossäre Punktion und nachfolgende intraossäre Infusion kommen als invasive Notfalltechnik dann zum Einsatz, wenn der intravenöse Zugang misslingt oder die entsprechende Anlage zu lange dauert. Eine Notfallkoniotomie wird als „Ultima-ratio-Maßnahme“ durchgeführt, wenn die endotracheale Intubation sowie alternative Methoden der Atemwegssicherung inklusive der Maskenbeatmung versagen, aber eine zwingende Indikation zur Oxygenierung und Ventilation besteht. Die Anlage einer Thoraxdrainage wird zur Entlastung eines lebensbedrohlichen Spannungspneumothorax eingesetzt.

Gemeinsam ist den 3 genannten invasiven Notfalltechniken, dass sie nur selten im Alltagsgeschäft des Notarztes zum Einsatz kommen. So muss berücksichtigt werden, dass die genannten Maßnahmen nur bei Vorliegen einer Vitalbedrohung indiziert sind. Zahlreiche nationale und internationale Empfehlungen und Leitlinien rechtfertigen dann allerdings deren Einsatz [11, 12, 34, 37, 54, 71]. Vor dem Hintergrund des vor 10 Jahren durch die Arbeitsgruppe des Seniorautors erstmalig in Heidelberg in Kooperation mit dem Institut für Anatomie und Zellbiologie durchgeführten Seminars „Invasive Notfalltechniken“ wurden mittlerweile über 1000 angehende und aktive Notärzte und nicht-ärztliche Mitarbeiter des Rettungsdienstes geschult (Abb. 1). Der nachfolgende Weiterbildungsartikel weist auf die Indikationen, die Kontraindikationen und Komplikationen sowie die Durchführung der invasiven Notfalltechniken hin und bietet eine kurze Übersicht zu den etablierten Ausbildungskonzepten.

**Intraossäre Punktion**

Ein Gefäßzugang ist für die notfallmedizinische Versorgung von Kranken oder Verletzten oftmals von zentraler Bedeutung [6]. Dabei erfolgt die Platzierung unter Zeitdruck bei häufig schwierigen äußeren Bedingungen. Anfang der 1980er Jahre wurde als ebenso einfache, wie schnelle und sichere Alternative zum peripheren Gefäßzugang die Technik der intraossären Punktion wiederent-



**Abb. 1** ▲ Flyer des Heidelberger Seminars „Invasive Notfalltechniken“ aus dem Jahr 2001 und 2010



**Abb. 2** ► Einsatz eines halbautomatischen intraossären Punktionssystems (EZ-IO®, Vidacare, Texas, USA) an der proximalen Tibia eines erwachsenen Leichenpräparats

deckt und weltweit in die (prä)klinische Routine eingeführt (▣ **Abb. 2**; [12, 40, 54]). Prinzipiell handelt es sich bei der intraossären Punktion um die Punktion einer nie kollabierenden „knöchernen“ Vene. Hierbei wird mithilfe einer speziellen Stahlkanüle die Substantia corticalis des Knochens durchbohrt, sodass diese in der Cavitas medullaris des Knochens zu liegen kommt. Die über eine so liegende intraossäre Kanüle applizierten Medikamente bzw. Infusionslösungen gelangen über die venösen Marksinusoide, die Zentralvenen des Knochenmarks und die ableitenden Knochenvenen (Vv. nutrientes) in den venösen Systemkreislauf [35, 70].

### Indikation

Das Ziel der intraossären Punktion ist die unmittelbare Schaffung eines Zugangs zum Gefäßsystem zur sofortigen Medikamentenapplikation und/oder Infusionstherapie [6, 12, 25, 27, 39, 40, 54]. Zahlreiche nationale und internationale Fachgesellschaften empfehlen die Anlage einer intraossären Infusion bei vitaler Gefährdung von Kindern und Erwachsenen (z. B. bei Herz-Kreislauf-Stillstand und akuter hämodynamischer Instabilität), wenn der intravenöse Zugang misslingt oder eine Verzögerung in der Anlage des intravenösen Zugangs die zeitgerechte Versorgung des Notfallpatienten gefährdet. Hier sollte spätestens nach 3 frustrierten periphervenösen Punktionsversuchen oder nach 90–120 s auf den intraossären Zugang gewechselt werden [6]. Die Etablierung eines intraossären Zugangs als rein prophylaktische Maßnahme ohne unmittelbar notwendige Medikamentenapplikation oder Infusionstherapie ist nicht sinnvoll und sollte unterlassen werden.

### Technik

Die Auswahl der Punktionsstelle zur intraossären Punktion erfolgt in Abhängigkeit vom Patientenalter, dem verwendeten Verfahren (manuell, halb- oder vollautomatisches Punktionssystem) und unter Berücksichtigung patientenseitiger Einschränkungen (▣ **Tab. 1**; [35, 67, 70]). Grundsätzlich wird in der Altersgruppe ≤6 Jahren die proximale mediale Tibia rund 1–2 cm unterhalb der Tuberositas tibiae als Insertionsort der ersten Wahl empfohlen. Alternativ können die distale Tibia an der medialen Fläche 1–2 cm oberhalb des Malleolus medialis oder der distale Femur 1–2 cm oberhalb der Patella punktiert werden. Bei Kindern >6 Jahren wird die Kortikalis der proximalen Tibia zunehmend dicker, sodass Schwierigkeiten für manuelle Punktionssysteme entstehen können. Daher sollten bei älteren Kindern entweder halbautomatische Systeme verwendet oder auf die genannten alternativen Punktionsstellen ausgewichen werden (alle Systeme). Eine sternale Punktion verbietet sich im Kindesalter aus anatomischen Gründen.

Beim erwachsenen Notfallpatienten wird ebenfalls die Punktion der proximalen medialen Tibia auf Höhe der Tuberositas tibiae (halbautomatische Systeme), der distalen Tibia an der medialen

Bei der intraossären Punktion handelt es sich um die Punktion einer „knöchernen“ Vene

Fachgesellschaften empfehlen eine intraossäre Infusion bei vitaler Gefährdung, wenn der intravenöse Zugang misslingt

Die proximale mediale Tibia wird als Insertionsort der ersten Wahl empfohlen

**Tab. 1** Empfohlene intraossäre Punktionsstellen unter Berücksichtigung verschiedener Altersgruppen. (Mod. nach [6])

	≤6 Jahre	>6 Jahre	Erwachsene	Erwachsene – spezielle Systeme
1. Wahl	Proximale Tibia	Distale oder proximale Tibia <sup>a</sup>	Distale oder proximale Tibia <sup>a</sup>	Sternum <sup>b</sup>
2. Wahl	Distale Tibia	Proximale Tibia <sup>a</sup>	Proximale Tibia <sup>a</sup>	
3. Wahl	Distaler Femur	Distaler Femur	Proximaler Humerus	Proximaler Humerus <sup>c</sup> (Alternative zur proximalen bzw. distalen Tibia)

<sup>a</sup>Die Kortikalis der distalen Tibia bei Kindern >6 Jahren und bei Erwachsenen ist etwas dünner als die der proximalen Tibia, bei halbautomatischen Punktionssystemen besteht aber eine gleichwertige Punktierbarkeit. <sup>b</sup>F.A.S.T.-System, <sup>c</sup>EZ-IO-System.

Fläche 1–2 cm oberhalb des Malleolus medialis (alle Systeme) oder des proximalen Humerus empfohlen.

Für die eigentliche Punktion stehen zahlreiche ► **intraossäre Punktionssysteme** zur Verfügung. Entsprechend ihrem Funktionsprinzip lassen sich diese in manuelle (z. B. Cook-Kanüle, Cook Critical Care, Bloomington, IN, USA), halbautomatische (z. B. EZ-IO®-Kanüle, Vidacare, San Antonio, Texas, USA) und automatische (z. B. BIG – Bone Injection Gun™ – Waismed, Caesarea, Israel) Systeme unterteilen [35]. Hinsichtlich Erfolgsrate, Kürze der Insertionszeit sowie Anwender- und Patientensicherheit scheinen die halbautomatischen Systeme hierbei gewisse Vorteile zu bieten [45].

Grundsätzlich sollte die Einstichstelle vor der intraossären Punktion gründlich desinfiziert und eine Anlage unter sterilen Kautelen durchgeführt werden. Obwohl die eigentliche Punktion des Knochens weniger schmerzhaft ist, kann bei bewusstseinsklaren Patienten eine ► **Lokalanästhesie** (z. B. Lidocain 2%) der Punktionsstelle bis zum Periost erfolgen. Nach Lagerung/Unterpolsterung und Identifizierung der wichtigsten Landmarken (■ **Abb. 3a**) wird mittels der jeweiligen Punktionskanüle die Substantia corticalis des Knochens überwunden und die intraossäre Nadel kommt in der Cavitas medullaris zu liegen (■ **Abb. 3b**). Nach Entfernung des Stahllinnenmandrins (■ **Abb. 3c**) erfolgt die Lagekontrolle (■ **Abb. 3d**).

Zeichen der korrekten Lage der intraossären Kanüle sind [6, 9, 25, 67, 70]:

- Widerstandsverlust beim Durchdringen der Kortikalis des Knochens (*Cave*: nur bei manuellen Systemen, bei halbautomatischen Systemen weniger deutlich, bei automatischen Systemen nicht existent),
- „federnd fester“ Sitz der intraossären Nadel im Knochen,
- Aspiration von Knochenmark (*Cave*: nicht bei allen Patienten möglich, daher kein obligates Kriterium und Gefahr der Kanülenobstruktion),
- Injektion von 10 ml Infusionslösung ohne unüberwindbaren Widerstand und ohne Paravasat.

Nach Kanülenanlage sollte initial ein Flüssigkeitsbolus (z. B. 5–10 ml NaCl 0,9%) unter Druck appliziert werden, um einerseits den Knochenmarkraum am Kanülenende frei zu spülen und so nachfolgend eine adäquate Infusionsrate zu ermöglichen sowie andererseits die korrekte Kanülenanlage zu überprüfen (Schwellung bzw. Paravasat). Bei bewusstseinsklaren Patienten kann diese Bolusinjektion in die Cavitas medullaris zu heftigen Schmerzreaktionen führen, sodass die vorherige Applikation eines Lokalanästhetikums (z. B. 1–2 ml Lidocain 2%) über die intraossär eingebrachte Kanüle sinnvoll sein kann.

Zur Vermeidung einer Kanüendislokation sollte das Infusionsbesteck nicht direkt an der intraossären Kanüle befestigt werden, sondern ein Dreiwegehahn mit einer kurzen Infusionsleitung dazwischen geschaltet werden. Sinnvoll erscheint die Dokumentation des Zeitpunkts der intraossären Kanülenanlage. Um das Risiko einer Infektion zu minimieren, wird empfohlen, dass die intraossäre Kanüle maximal 24 h nach Klinikaufnahme durch einen peripher- bzw. zentralvenösen Zugang ersetzt wird. Idealerweise erfolgt die Entfernung der intraossären Kanüle binnen 2 h nach Klinikaufnahme. Dabei sollte die Entfernung der intraossären Kanüle ebenso unter aseptischen Kautelen erfolgen und die Punktionsstelle für 48 h steril verbunden werden.

### Intraossär applizierbare Medikamente

(Fast) alle für die Therapie von Notfallpatienten eingesetzten intravenösen Medikamente können auch intraossär appliziert werden [27, 35, 67]. Dies beinhaltet alle Gruppen von Notfallmedikamen-

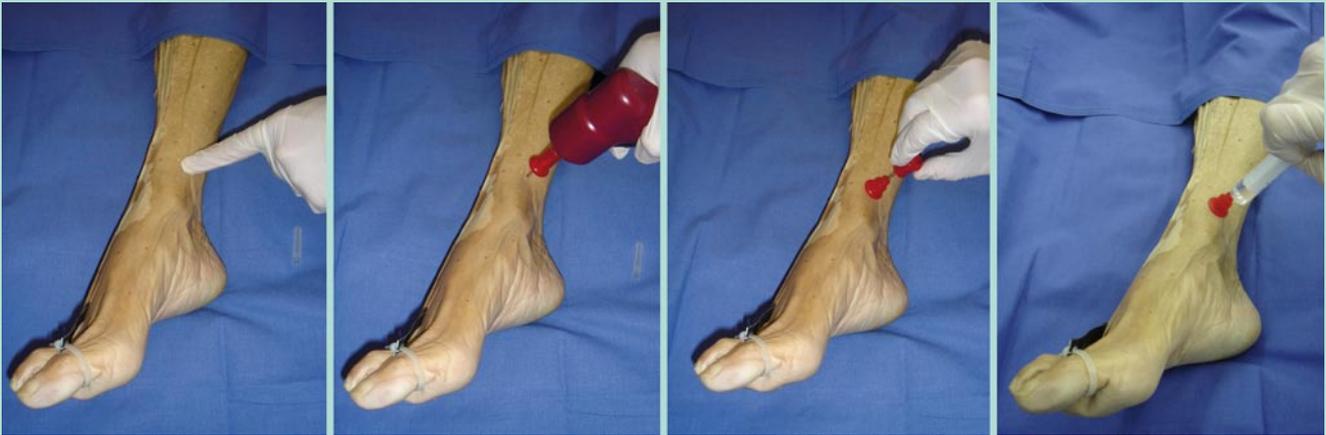
#### ► Intraossäre Punktionssysteme

#### ► Lokalanästhesie

Die intraossäre Nadel kommt in der Cavitas medullaris zu liegen

Initial sollte ein Flüssigkeitsbolus (5–10 ml NaCl 0,9%) appliziert werden

Sinnvoll erscheint die Dokumentation des Zeitpunkts der intraossären Kanülenanlage



**Abb. 3** ▲ Anlage einer intraossären Punktion mittels halbautomatischen Punktionssystems 2 cm oberhalb des Malleolus medialis (am fixierten Leichenpräparat): Unter sterilen Kautelen wird nach Lagerung und Desinfektion sowie eventueller Lokalanästhesie der Punktionsstelle und Identifizierung der wichtigsten Landmarken (a) mittels des halbautomatischen Punktionssystems die Substantia corticalis des Knochens überwunden und die intraossäre Nadel in die Cavitas medullaris eingebracht (b). Nach Entfernung des Stahllinnenmandrins (c) erfolgt die Lagekontrolle der intraossären Punktionskanüle (d)

ten (inkl. Katecholamine, Infusionslösungen, Blutprodukte und Anästhetika). Einschränkungen existieren nur im Rahmen der Anwendung von hypertonen oder alkalischen Lösungen (Gefahr von Osteomyelitiden und Myonekrosen am Injektionsort). Da jedoch üblicherweise lebensbedrohliche Situationen bei der Gabe dieser Lösungen vorliegen, relativiert dies die entsprechenden relativen Kontraindikationen. Für Thrombolytika existiert keine klare Datenlage.

Hinsichtlich der Zirkulationszeit, der Bioäquivalenz und der Effektivität wurde kein Unterschied zwischen der venösen und intraossären Medikamentenapplikation nachgewiesen, sodass für die intraossäre Applikation dieselben Dosierungsangaben wie für die venöse Gabe gelten. Die intraossäre Kanüle erlaubt in situ relativ geringe Durchflussraten. Demzufolge ist die intraossäre Infusion zwar im Kindesalter für eine akute Volumentherapie geeignet – nicht jedoch oder nur eingeschränkt im Erwachsenenalter.

### Kontraindikationen

Bei vital bedrohlichen Notfallsituationen bestehen keine Kontraindikationen für die intraossäre Punktion [13, 35, 67]. Allerdings können auf Seiten des Patienten Bedingungen vorliegen, die eine erfolgreiche Durchführung einschränken können:

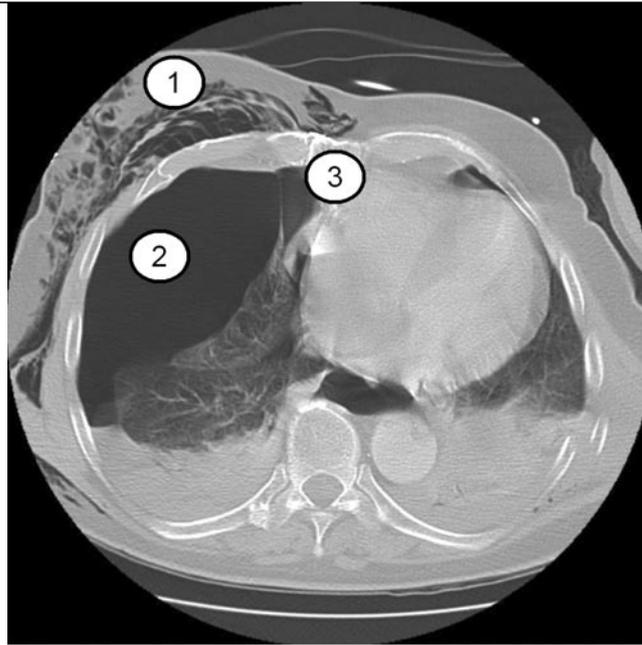
- Fraktur des Knochens proximal der Punktionsstelle (Paravasat),
- Gefäßverletzung proximal der Punktionsstelle (Paravasat),
- vorausgegangene intraossäre Punktionsversuche an gleicher Stelle innerhalb der letzten 24–48 h (Paravasat),
- Osteosynthesematerial an der Punktionsstelle (Unmöglichkeit der Punktion),
- lokale Infektion (relative Kontraindikation, gilt nicht bei vital bedrohlicher Notfallsituation).

### Komplikationen

Die häufigsten Komplikationen im Zusammenhang mit der intraossären Punktion stellen die Fehlpunktion, ein Verbiegen bzw. Bruch der intraossären Kanüle sowie die Extravasation dar. Sie sind meist Folge fehlerhafter Anwendung [9, 13, 35, 67]. Unterschiede zwischen manuellen und halbautomatischen Systemen hinsichtlich technischer Komplikationen wurden nachgewiesen, hier scheinen halbautomatische Punktionssysteme Vorteile zu bieten [17]. Die Inzidenz einer Osteomyelitis als schwerwiegendste Komplikation infolge einer intraossären Punktion wird mit 0,6% angegeben und zeigt eine deutliche Korrelation mit der Liegedauer der intraossären Kanüle [59].

Für die intraossäre Applikation gelten dieselben Dosierungsangaben wie für die venöse

Komplikationen sind meist Folge fehlerhafter Anwendung



**Abb. 4** ◀ Computertomographische Darstellung eines Weichteilemphysems (1) bei Hämatothorax rechts (2) mit Spannungskomponente (3)

## Thoraxdrainage

Die Anlage einer Thoraxdrainage stellt eine sichere und lebensrettende invasive Maßnahme zur Entlastung eines Spannungs-/Hämatothorax dar (▣ **Abb. 4**; [71]).

### Indikation

Ein ► **Spannungspneumothorax** und damit die Indikation zur sofortigen Entlastung des Pleuraraumes ist bei folgenden Befunden/Konstellationen gegeben [71]:

- fehlendes oder abgeschwächtes Atemgeräusch nach Tubuslagekontrolle (Ausschluss einer einseitigen endobronchialen Intubation) bei beatmeten Patienten und
- klinische Zeichen eines Spannungspneumothorax (schwere respiratorische Störung, obere Einflusstauung und Hypotension),
- ggf. ergänzendes Hautemphysem (und beatmeter Patient)
- und hohe Beatmungsdrücke (nach ausgeschlossener extra- bzw. intrathorakaler Obstruktion).

Untersuchungen zur Einsatzrealität haben gezeigt, dass der einzelne Notarzt mit der Anlage einer Thoraxdrainage in der Luftrettung alle 6 Monate und im bodengebundenen Notarztdienst alle 6,4 Jahre konfrontiert wird [32]. Damit ist die Anlage einer Thoraxdrainage eine nur selten durchgeführte invasive Notfalltechnik. In der Literatur gibt es zahlreiche Hinweise darauf, dass einerseits die Schwere einer Thoraxverletzung unterschätzt wird, andererseits die Entlastung eines Pneumothorax aus Unerfahrenheit oder um keine Komplikation zu produzieren in bis zu 22% unterlassen wird [2, 58, 62, 73].

### Nadeldekompression oder Thoraxdrainage?

Zur Entlastung des Pleuraraums stehen grundsätzlich die Nadeldekompression oder die Anlage einer Thoraxdrainage mittels chirurgischer Minithorakotomie zur Verfügung.

Bei der Nadeldekompression wird die notfallmäßige Entlastung des Pleuraraums durch Punktion mit einer mindestens 4,5 cm langen großlumigen Venenverweilkanüle zwischen dem 2. und 3. Interkostalraum (ICR) in der Medioklavikularlinie (MCL, Position nach Monaldi) im Abstand von 3 Querfingern lateral vom Sternalrand (Schonung der A. thoracica interna) vorgenommen.

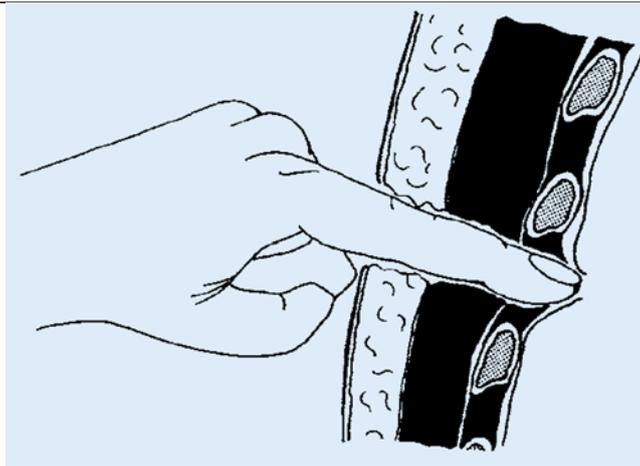
International wird die Nadeldekompression jedoch als ein unsicheres Verfahren zur Entlastung eines Spannungspneumothorax angesehen [21, 26, 46]. In der Literatur finden sich eine hohe Rate an misslungenen Pleuraentlastungen nach Nadeldekompression und Komplikationen (Dekompression

### ► Spannungspneumothorax

Die Entlastung eines Pneumothorax wird häufig aus Unerfahrenheit unterlassen

Die Nadeldekompression wird als unsicheres Verfahren angesehen

**Abb. 5** ► Anlage einer Thoraxdrainage: Nach der Hautinzision erfolgt die stumpfe digitale Präparation mit dem Finger am Oberrand einer Rippe. Nach Überwindung der Interkostalmuskulatur wird die Pleura parietalis mit dem Finger unter Drehbewegungen perforiert. (Mod. nach [2])



eines subkutanen Emphysems, Nichterreichen des Pleuraspalts aufgrund unzureichender Nadellänge, inkorrektor Punktionsort, Punktion des Lungengewebes, Gefäßpunktionen, blut-/sekretbedingte Lumenerverstopfung, Dislokationsgefahr; [21, 38, 41, 49]). Nadeln mit einer Länge <5 cm (handelsübliche 14-G-Braunüle: 5 cm) erreichen in 18–33% der Fälle nicht den Pleuraspalt [26, 28]. Selbst wenn vor Anlage der Nadeldekompression gar kein Pneumothorax vorgelegen hat, besteht nach Punktion die Gefahr der Ausbildung eines Spannungspneumothorax im weiteren Verlauf [26].

Da die Nadeldekompression also häufig ineffektiv bleibt (40–67%) muss eine Minithorakotomie bzw. Thoraxdrainage folgen [23, 26]. Nicht zuletzt stellt die Anlage einer Thoraxdrainage in vielen Fällen die einzig notwendige therapeutische Intervention beim Pneumothorax dar [42]. Es mag Fälle geben, in denen die Zielklinik nach Nadeldekompression bei Spannungspneumothorax rechtzeitig erreicht wird, dies ist aber bei einer durchschnittlichen Prähospitalzeit im Rahmen der Polytraumaversorgung in Deutschland von 72 min durchaus unwahrscheinlich [43]. In diesen Einzelfällen kann natürlich bei stabiler kardiopulmonaler Situation die Anlage der Thoraxdrainage bis in den Schockraum bewusst verzögert werden. Jedoch ist die Anlage einer Minithorakotomie (von ausgebildeten und trainierten Notärzten) keine lang dauernde Maßnahme und kann unmittelbar erfolgen.

Darüber hinaus stellt sich die Frage des Vorgehens bei einem Rezidiv des Spannungspneumothorax während des Transports. Beim luftgestützten Transport ist die Anlage einer Thoraxdrainage unmöglich und es müsste erneut eine (ggf. wieder misslingende) 2. Nadeldekompression durchgeführt werden. Im bodengebundenen Notarztdienst müsste der Transport zur erneuten Nadeldekompression und/oder Anlage einer Thoraxdrainage unterbrochen werden. Insgesamt suggeriert die Literaturlage den Stellenwert für die Nadeldekompression nur als lebensrettende Maßnahme zur akuten Entlastung des Pleuraspalts in bestimmten Notfallsituationen, jedoch sollte nachfolgend bereits prähospital eine Thoraxdrainage angelegt werden.

## Technik

Die Anlage einer Thoraxdrainage sollte immer als stumpfe Präparation im Sinne einer Minithorakotomie durch den Weichteilmantel des Thorax erfolgen [2, 8]. Als Lokalisationen für die Minithorakotomie eignen sich die ► **Bülau-Position** (4.–6. Interkostalraum) zwischen vorderer und mittlerer Axillarlinie (Orientierung: oberhalb der Mamillenebene oder direkt unterhalb der Hand des Operateurs in der Achselhöhle des Patienten) oder die ► **Monaldi-Position** im 2. Interkostalraum in der Medioklavikularlinie. Die Durchführung der Minithorakotomie erfolgt nach Hautdesinfektion, Unterlegen eines sterilen Tuchs sowie unter Verwendung von sterilen Handschuhen. Die Hautinzision sollte 3–4 cm lang sein und dem zu tastenden Verlauf der Rippe folgen. Nach der Hautinzision wird das Subkutangewebe und die Interkostalmuskulatur stumpf mit dem Finger oder stumpf mit der geschlossenen Präparierschere, zur Schonung des interkostalen Gefäßnervenbündels am Oberrand einer Rippe, auseinandergedrängt (■ **Abb. 5**). Die Pleura parietalis wird mit dem stumpfen Finger (ggf. unter Drehbewegungen) durchtrennt (■ **Abb. 5**). Nach dem Hautschnitt werden keine scharfen Instrumente mehr verwendet. Bei geringem Rippenabstand oder sehr straffen Gewebeverhältnissen kann die Interkostalmuskulatur auch vorsichtig mit einer geschlossenen Schere oder Klemme durchtrennt werden (*Cave*: Innerhalb des Weichteilmantels oder intrathorakal werden Instrumente nicht

Die Anlage einer Thoraxdrainage stellt meist die einzig notwendige therapeutische Intervention beim Pneumothorax dar

### ► Bülau-Position

### ► Monaldi-Position

Nach dem Hautschnitt werden keine scharfen Instrumente mehr verwendet



**Abb. 6** ▲ Anlage einer Thoraxdrainage: Austasten der Pleurahöhle mit dem Finger, um anhaftende Lungenanteile oder verletzungsbedingt verlagerte Organe zu erkennen. (Mit freundl. Genehmigung aus [16])



**Abb. 7** ▲ Anlage einer Thoraxdrainage: Nach Minithorakotomie wird die Thoraxdrainage mit dem Finger als Führungsschiene in den Pleuraraum eingebracht. (Mit freundl. Genehmigung aus [16])

Die erfolgreiche Entlastung zeigt sich durch entweichende Luft

Vor Anlage einer Thoraxdrainage muss eine einseitige endobronchiale Intubation ausgeschlossen werden

Nach Aufnahme im Krankenhaus sollte eine radiologische Lagekontrolle durchgeführt werden

mehr geschlossen). Die Verwendung eines Trokars beim Anlegen der Thoraxdrainage gilt wegen des hohen Verletzungspotenzials für intrathorakale bzw. abdominelle Strukturen als obsolet und als absolut kontraindiziert. Der Pleuraraum wird mit dem Finger ausgetastet und so anhaftende Lungenanteile oder verletzungsbedingt verlagerte Organe erkannt (■ **Abb. 6**).

Die erfolgreiche Entlastung eines Spannungspneumothorax zeigt sich nach Überwinden der Pleura parietalis durch entweichende Luft. Weitere Zeichen für die Beseitigung eines Spannungspneumothorax sind ein nun wieder auskultierbares Atemgeräusch und eine Verbesserung der zuvor eingeschränkten Vitalparameter (z. B. Anstieg des  $S_pO_2$ , Abnahme des Atemwegspitzendrucks). Bei einem Hämatothorax entleert sich Blut.

Unter Nutzung eines Fingers als Führungsschiene wird nun die Thoraxdrainage 15–20 cm in den Pleuraspalt eingebracht (■ **Abb. 7**). Bei einem Spannungspneumothorax wird die Thoraxdrainage nach ventrokranial eingebracht [64]. Nachfolgend wird die Thoraxdrainage mittels Annaht fixiert und die Wunde steril abgedeckt. Das Ende der Thoraxdrainage wird entweder mit einer Saugung, einem Heimlich-Ventil (*Cave*: Okklusionsgefahr durch Blut oder Sekret) oder einem eingeschnittenen Magensondenbeutel verbunden.

### Kontraindikation

Bei Vorliegen eines lebensbedrohlichen Spannungspneumothorax existieren keine Kontraindikationen für die Anlage einer Thoraxdrainage. In jedem Fall muss vor Anlage einer Thoraxdrainage eine einseitige endobronchiale Intubation durch Tubuslagekontrolle ausgeschlossen werden. Steht der Patient unter einer systemischen Antikoagulation und liegt kein lebensbedrohender Spannungspneumothorax vor, so muss in der individuellen Notfallsituation unter Berücksichtigung einer adäquaten Oxygenierung abwogen werden, ob ein Transport bis in die Klinik zur hämostaseologischen Optimierung und eine erst nachfolgende Anlage der Thoraxdrainage vertretbar ist.

### Komplikationen

Die Anlage einer Thoraxdrainage kann zu subkutanen, intrapulmonalen bzw. intraabdominellen Fehllagen ggf. mit Verletzung intrathorakaler oder intraabdomineller Strukturen und Organe und im weiteren klinischen Verlauf auch zum Pleuraempyem bzw. zu Wundinfekten führen. Wesentliche Voraussetzung zur Vermeidung einer Komplikation sind die strikte Einhaltung der entsprechenden Anlagetechnik und der Verzicht auf Trokare beim Einbringen. Nach Aufnahme im Krankenhaus sollte eine radiologische Lagekontrolle und ggf. eine Lagekorrektur durchgeführt werden. Verliert der Patient über die Thoraxdrainage viel Blut, könnte man versucht sein, diese abzuklemmen. Dadurch wird allerdings die Ausbildung des Hämatothorax mit Spannungskomponente aggraviert [64]. Bei unstillbaren intrathorakalen Blutungen nach Anlage einer Thoraxdrainage hat der rasche Transport in eine Klinik zur chirurgischen Blutungskontrolle oberste Priorität.

## Notfallkoniotomie

Die Koniotomie ist die „Ultima-ratio-Maßnahme“ zur Sicherung des Atemwegs.

### Indikation und Häufigkeit

Verschiedene Fachgesellschaften empfehlen bei unmöglicher Ventilation und Intubation den Einsatz supraglottisch positionierter Intubationsalternativen [1, 14, 19, 39, 54]. Hilfsmittel wie die Larynxmaske, der Larynx-tubus, der Kombitubus oder der „easy tube“ sollen zum Einsatz kommen, wenn die Maskenbeatmung und/oder die endotracheale Intubation nicht gelingen, bevor eine Koniotomie in Erwägung gezogen wird [4]. Klassischerweise wird also die Situation „cannot intubate – cannot ventilate“ als Hauptindikation für die Durchführung dieses Eingriffs genannt. Die Indikation besteht, wenn die Beatmung mit Beutel und Maske oder pharyngealen Atemweghilfsmitteln und die endotracheale Intubation nicht gelingen (also z. B. auch in der Situation einer supraglottischen Atemwegsverlegung) – und eine adäquate Oxygenierung des Patienten nicht möglich ist. Eine relative Indikation kann bestehen, wenn bei unmöglicher Intubation eine adäquate Oxygenierung nur mittels Beutel und Maske oder mit supraglottischen Atemweghilfsmitteln möglich, aber für das weitere präklinische Management bzw. für den Transport nicht akzeptabel ist [50, 52].

In der Literatur gilt eine Notfallkoniotomie als eine selten durchgeführte Maßnahme [44, 72]. Im notarztbesetzten europäischen Rettungsdienst werden häufig in der Intubation erfahrene Ärzte die Atemwegssicherung durchführen, und daher entsprechen die nachfolgend angesprochenen Studien nicht unbedingt der hiesigen Einsatzrealität im Notarzteinsatz: In den USA wurde gezeigt, dass die Indikation für die Notfallkoniotomie präklinisch viel häufiger (10,9%) als innerklinisch (1,1%) gestellt wurde, obwohl 90% aller Intubationen im Schockraum und nur 10% außerhalb der Klinik durchgeführt worden waren [3, 18]. In einer weiteren Studie zu präklinischen Koniotomien durch Paramedics hat sich eine Häufigkeit von 14% bei prähospitalen Notfallpatienten ergeben, während die Indikation von Ärzten nur in 0,1–3,3% gestellt wurde [15, 36, 44, 53]. Detaillierte Daten zur Notfallkoniotomie für notarztgestützte Systeme liegen leider nicht vor.

### Techniken

Es gibt im Wesentlichen 2 mögliche Verfahren:

- die chirurgisch-anatomische Präpariertechnik,
- die Punktionstechnik.

Allenfalls als anekdotische Hinweise können improvisierte Verfahren gewertet werden, die funktionieren könnten, wenn die vorgefertigten Sets z. B. außerhalb des organisierten Notarzteinsatzes nicht verfügbar sind. Unter den professionellen Verfahren finden sich aber auch Modifikationen etablierter Techniken, die nur in der Hand des Geübten sinnvoll sind. Diese beinhalten möglicherweise auch eigene Risiken und Komplikationen, die der Ungeübte nicht kennt [56] und die teilweise angesichts des Experimentalstadiums der verfügbaren wissenschaftlichen Literatur noch nicht den Status einer Empfehlung erreichen [33]. Dass die „Kugelschreiberkoniotomie“ entgegen vielfacher Mund-zu-Mund-Überlieferung aus Laien- und Militärkreisen jedenfalls im Hinblick auf eine Ventilation ein untaugliches Verfahren darstellt, wurde kürzlich sogar wissenschaftlich bewiesen: die Flussgeschwindigkeit durch die meisten der verwendeten „Systeme“ reichte bei weitem nicht aus, um eine adäquate Beatmung zu ermöglichen [55]. Bezüglich der zu wählenden Methode der Koniotomie ist es entscheidend, auch das Dislokationsrisiko des Beatmungskatheters mit zu berücksichtigen. Bei Anwendung eines Punktionskatheters mit Jet-Oxygenator beispielsweise dürfte das Risiko einer Fehllage während der Rettungsmaßnahmen bei einem eingeklemmten Patienten höher liegen als bei Anwendung eines chirurgisch in die Koniotomieöffnung eingebrachten Endotrachealtubus oder einer vorgefertigten Koniotomiekanüle (z. B. Melker, Portex® oder Quicktrach®).

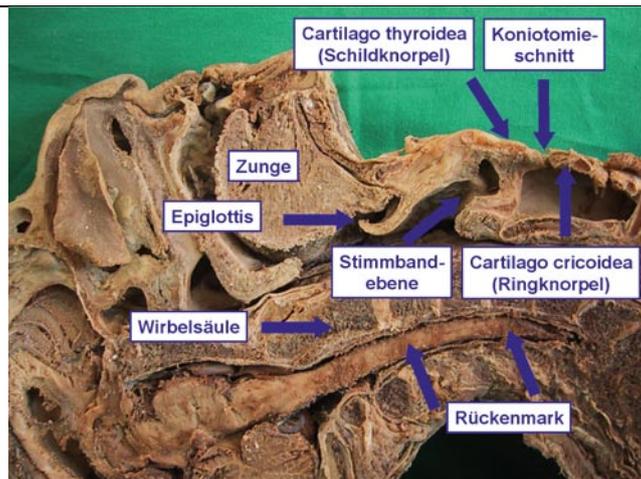
Der Notfallmediziner muss für sich selbst und sein Vorgehen folgende Faktoren vor dem Hintergrund des individuellen Einsatzgeschehens berücksichtigen [51, 52]:

- Alternativmethoden, die in der Akutsituation zur Verfügung stehen,
- Erfahrung,
- Dislokationsgefahr (z. B. eines Oxygenierungskatheters),

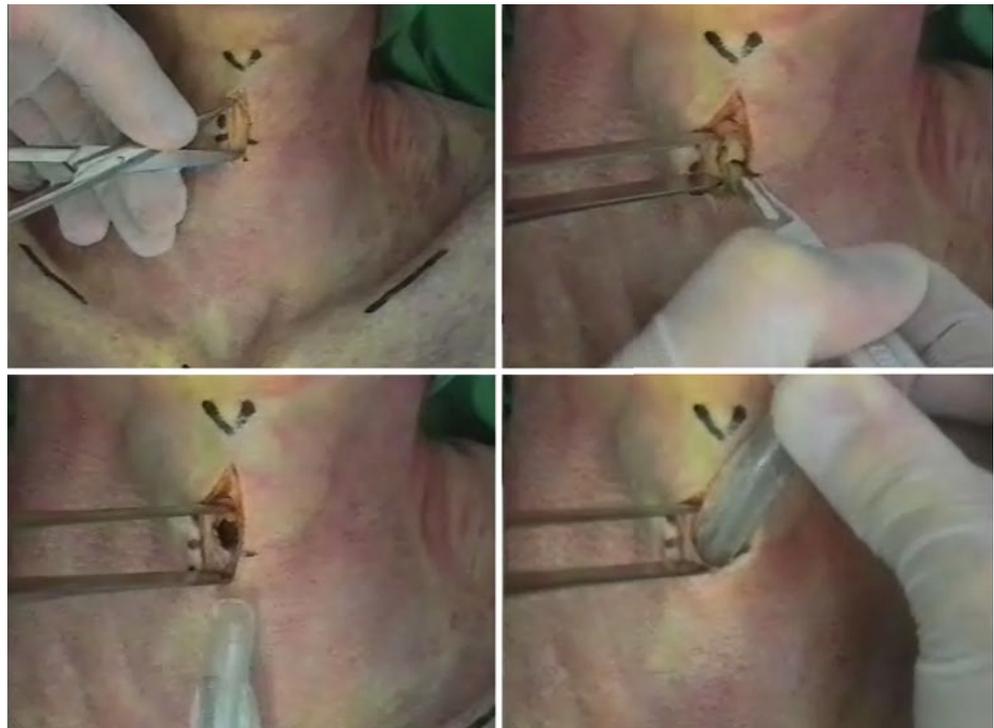
Die Indikation besteht, wenn eine adäquate Oxygenierung des Patienten anderweitig nicht möglich ist

Modifikationen etablierter Techniken sind nur in der Hand des Geübten sinnvoll

Das Dislokationsrisiko des Beatmungskatheters ist mit zu berücksichtigen



**Abb. 8** ◀ Darstellung der für die Koniotomie relevanten Anatomie der Halsregion im Sagittalschnitt am fixiertem Leichenpräparat



**Abb. 9** ▲ Konventionelle Koniotomie mittels chirurgischer Präpariertechnik am fixierten Leichenpräparat. **a** Längsinzision (mit dem Skalpell), Spreizen des Unterhautfettgewebes, Spaltung der Fascia praetrachealis und Verdrängung der infrahyoidalen Muskulatur und evtl. vorliegender Strukturen mit der Präparierschere. **b** Darstellung der Membrana cricothyroidea mittels Killian-Spekulum und deren Querinzision mit dem Skalpell. **c** Heranführen eines abgeschrägten Endotrachealtubus an die Koniotomieöffnung. **d** Das Killian-Spekulum wird zur Darstellung belassen und in dem Maß zurückgezogen, wie der Tubus eingeführt wird. Der Tubus wird beim Einführen dann fast 180° nach kaudal geschwenkt

- Aspirationsgefahr (Anamnese),
- voraussichtliche Transportdauer (Stadt/Land),
- Interventionsmöglichkeiten während des Transports.

Bei der konventionellen chirurgischen Präpariertechnik wird zunächst palpatorisch der Schild- und Ringknorpel lokalisiert (▣ **Abb. 8**; [52]). Es folgt eine Längsinzision beginnend über der Mitte des Schilddrüsenschildes und 3,5 cm bis zum Ringknorpel. Nachfolgend wird das Unterhautfettgewebe mit der Präparierschere gespreizt und die Fascia praetrachealis gespalten sowie die infrahyoidale Muskulatur und evtl. vorliegende Strukturen (z. B. Lobus pyramidalis der Schilddrüse, Gefäße) zur Seite verdrängt (▣ **Abb. 9a**). Nun erfolgt die Darstellung der Membrana cricothyroidea mittels Killian-Spekulum und deren Querinzision (▣ **Abb. 9b**). Der abgeschrägte Tubus wird in die Koniotomieöff-

Die Längsinzision erfolgt von der Mitte des Schilddrüsenschildes über 3,5 cm bis zum Ringknorpel

**Abb. 10** ▶ Punktionskoniotomie mittels Portex Crico Kit® (Smith Medical, Deutschland) am fixierten Leichenpräparat



**Abb. 11** ▶ Punktionskoniotomie mittels Quicktrach® II (VBM, Sulz a.N.) am fixierten Leichenpräparat.  
**a** Die konnektierte Spritze hilft bei der Identifikation von Luft nach Punktion der Trachea, die aufgesetzte rote Stoppvorrichtung soll eine Läsion der Tracheahinterwand bzw. des Ösophagus verhindern. **b** Nach Entfernen der Stoppvorrichtung wird der Kunststoffkatheter über die Punktionskanüle in die Trachea vorgeschoben



nung eingeführt (■ **Abb. 9c**). Das Killian-Spekulum wird zur Darstellung belassen und in dem Maß, wie der Tubus eingeführt wird, zurückgezogen. Tubus und Killian-Spekulum passen nicht gleichzeitig zwischen Ring- und Schildknorpel. Der Tubus wird beim Einführen dann fast 180° nach kaudal geschwenkt (■ **Abb. 9d**). Nachfolgend erfolgt die Blockung des Tubuscuffs und die Tubuslagekontrolle durch Auskultation und Kapnographie.

Bei der Punktions-technik wird je nach verwendetem Material zunächst wieder der Schild- und Ringknorpel lokalisiert. Nachfolgend erfolgt die Punktion der Trachea (Identifikation durch Luftaspiration) und der Vorschub der entsprechenden Plastikkanüle, um den Atemweg zu sichern. Als Beispiele sind das Portex-Crico-Kit® (Smith Medical, Deutschland; ■ **Abb. 10**) und der Quicktrach® II (VBM, Sulz a.N.; ■ **Abb. 11**) dargestellt.

Das Portex-Crico-Kit®-System verfügt über eine scharfe Punktionskanüle und eine vorstehende stumpfe federbelastete Tastvorrichtung mit rot markierter Indikatorfunktion. Vor einer Schneidewirkung der Kanüle dient die Tastvorrichtung als Indikator mit einem festen Kontakt (Haut bzw. Lig. cricothyroideum). Nach Perforation des Lig. cricothyroideum schnell die Feder wieder zurück, der Indikator verschwindet. Er wird erst wieder sichtbar, wenn die Tastvorrichtung an der Tracheahinterwand anstößt. Dann wird das System mit der Spitze nach kaudal geschwenkt und der Tubus über den Dilator vorgeschoben. Die Aspiration über eine aufgesetzte Spritze ist optional.

Bei Koniotomie mittels Quicktrach® II erfolgt nach palpatorischer Lokalisation der Lücke zwischen Schild- und Ringknorpel die Punktion der Haut und der Membrana cricothyroidea. Die bereits konnektierte 10-ml-Spritze hilft bei der Identifikation von Luft nach Punktion der Trachea, ggf. hilft die Befüllung der Spritze mit 2–3 ml Kochsalzlösung, um bei der erfolgreichen Punktion der

Bei der Punktions-technik wird je nach verwendetem Material der Schild- und Ringknorpel lokalisiert

Auf die hohe Komplikationsrate bei notfallmäßigen Koniotomien von über 50% ist hinzuweisen

Diese Notfalltechniken können auch in der innerklinischen Notfall- und Intensivmedizin von entscheidender Bedeutung sein

Versucht wird, unter einer möglichst realitätsnahen Umgebungssituation diese invasiven Notfalltechniken zu trainieren

Trachea die Aspiration von Luftblasen besser zu erkennen. Die aufgesetzte rote Stoppvorrichtung soll dabei eine Läsion der Tracheahinterwand bzw. Perforation zum Ösophagus verhindern. Nach Punktion der Trachea und Luftaspiration wird dann die rote Stoppvorrichtung entfernt und der Kunststoffkatheter über die Punktionskanüle in die Trachea vorgeschoben.

### Komplikationen

Die Ansicht, eine Koniotomie sei ein „sicheres“ Verfahren, kann nicht uneingeschränkt geteilt werden. Ungeachtet der Tatsache, dass dieses Verfahren die „ultima ratio“ zur Sicherung bzw. zur Herstellung eines Atemwegs darstellt, ist auf die hohe Komplikationsrate bei notfallmäßigen Koniotomien von über 50% hinzuweisen [3]. Berichte in der Literatur mit teilweise sehr unterschiedlichen „verfahrensabhängigen“ Komplikationsraten deuten darauf hin, dass die derzeitigen experimentellen Untersuchungsmodelle die Realität nicht genau widerspiegeln. So ist beispielsweise die Evaluation von Blutungskomplikationen am Leichen- bzw. Tierpräparat nicht ohne Weiteres auf die Notfallkoniotomie beim Lebenden zu übertragen. Bisher nicht endgültig geklärt ist, ob Blutungskomplikationen bei Punktionsverfahren tatsächlich seltener sind als bei der chirurgischen Methode. Erstaunlich erscheint die teilweise selbst am Leichenpräparat gefundene niedrige „Komplikationsrate“ für beide Verfahren, selbst bei völlig unerfahrenen Probanden [61, 63].

### Ausbildungskonzepte für invasive Notfalltechniken

Für invasive Notfalltechniken besteht ein gewisses Dilemma, da diese nur selten indiziert und durchgeführt werden, dann aber lebensrettend sind. Die Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen in der intraossären Punktion, Thoraxdrainage und Notfallkoniotomie hat einen hohen Stellenwert für ärztliches und nichtärztliches notfallmedizinisch tätiges Personal [8]. Dabei können diese Notfalltechniken nicht nur in der prähospitalen Notfallmedizin, sondern auch in der innerklinischen Notfall- und Intensivmedizin im Einzelfall von entscheidender Bedeutung sein. Als Ursache für Komplikationen im Rahmen der Durchführung von invasiven Notfalltechniken wird immer wieder über eine ungenügende Ausbildung berichtet [22]. Notarzteinsätze, die mit hoher Wahrscheinlichkeit mit der Durchführung von invasiven Notfalltechniken assoziiert sind, gehen mit hoher emotionaler Belastung, Angst und Stress für das prähospital Team einher [73]. Daher erscheint auch nicht unwahrscheinlich, dass aufgrund von Unkenntnis, fehlender Erfahrung oder schlichtweg Sorge um die korrekte Durchführung trotz Indikation auf die Durchführung lebensrettender invasiver Notfalltechniken verzichtet wird [30, 31, 58, 62, 73].

Dabei darf nicht unberücksichtigt bleiben, dass Kenntnisse und Erfahrungen bei heute fest etablierten Maßnahmen (z. B. endotracheale Intubation) unter präklinisch tätigen Notärzten stark variieren bzw. nicht vorliegen [66]. Diese Erkenntnisse veranschaulichen die Bedeutung entsprechender Ausbildungs- und Trainingskonzepte für invasive Notfalltechniken. Dabei wird heute „Learning by doing“ („see one, do one, teach one“) zunehmend weniger akzeptiert [29, 69]. Die heute verfügbaren Ausbildungskonzepte reichen dabei von PC-basierten Simulationen bis hin zu praxisorientierten Ausbildungsveranstaltungen an Tiermodellen und/oder Leichenpräparaten [7, 20, 24, 29, 47, 48, 57, 60, 68]. Den beschriebenen Ausbildungskonzepten ist gemein, dass versucht wird, unter einer möglichst realitätsnahen Umgebungssituation diese invasiven Notfalltechniken zu trainieren. Leichenpräparate weisen bestimmte Limitationen zu tatsächlichen Notfallszenarien auf, jedoch wird ihnen ein deutlich realitätsnäherer Charakter als Übungsphantomen oder Computersimulationen zugesprochen [72]. Die ideale Realitätsnähe für Trainingszwecke ist jedoch durch das unfixierte Humanpräparat gegeben. Institutionen, die keinen Zugriff auf Humanpräparate haben, wird empfohlen, die Mitarbeiter regelmäßig an Veranstaltungen teilnehmen zu lassen, bei denen derartige Präparate verfügbar sind.

Den zielgerichteten Einsatz der genannten invasiven Notfalltechniken möglichst praxisnah zu üben, war und ist daher auch Intention des jährlichen Heidelberger Seminars „Invasive Notfalltechniken“ (INTECH), das die Institutionen der Autoren dieses Weiterbildungsartikels in Kooperation seit nunmehr 10 Jahren individuellen Anwendern anbieten (■ **Abb. 12**; [7]). Zusätzlich ist im Rahmen eines Entscheidungstrainings die Simulatorübung sinnvoll [24].

In diesem Jahr findet nun zum 10. Mal das Heidelberger Seminar „Invasive Notfalltechniken“ in einer Kooperation des Instituts für Anatomie und Zellbiologie und klinischer Institutionen statt. Seit



**Abb. 12** ► Praxisorientiertes Ausbildungskonzept „Heidelberger Seminar Invasive Notfalltechniken“.

2001 wird dieses Seminar für notfallmedizinisch interessierte ärztlich und nichtärztliche Mitarbeiter angeboten. Ziel des eintägigen praxisorientierten Ausbildungskonzepts ist es, schrittweise die Anwendung der 3 o. g. invasiven Notfalltechniken zu vermitteln [7].

Seminarbegleitende Untersuchungen konnten zeigen, dass die Teilnehmer der praxisorientierten Ausbildungsveranstaltung in den nachfolgenden Jahren häufiger die 3 Notfalltechniken durchführten als vor Seminarteilnahme. Diese Untersuchungen werden durch andere Arbeitsgruppen bestätigt, die für Ausbildungskonzepte an Tierpräparaten im Rahmen der Ausbildung von Ärzten bereits einen signifikanten Anstieg des Sicherheitsgefühls für die Durchführung invasiver Notfalltechniken im klinischen Kontext nachweisen konnten [5]. Die Ergebnisse dieser Studie werden weiter durch Untersuchungen zur Ausbildung von Medizinstudenten an Leichenpräparaten unterstützt, die ein gesteigertes Verständnis für die Indikationen und Durchführung von Notfalltechniken zeigten [65]. Umfragen unter Medizinstudenten und Notärzten, wonach praxisorientierte Ausbildungskonzepte Teil der (not)ärztlichen Ausbildungsprogramme sein sollten, überraschen daher nicht [15]. Uniforme Entscheidungsalgorithmen zu den Themen „Atemwegsmanagement“, „schwieriger Gefäßzugang“ und „Spannungspneumothorax“, die für jeden Einsatzbereich einer Klinik (Rettungs- und Notarztendienst, Notaufnahme und Schockraum, Operationssaal, Intensivstation) gültig und verbindlich sind, haben sich bewährt und sollten regelmäßig in das Training des eingesetzten Personals integriert werden.

Praxisorientierte Ausbildungskonzepte können Wissenslücken in der Ausbildung von Notärzten im Umgang mit den invasiven Notfalltechniken schließen und stellen einen wichtigen Schritt für eine hohe Versorgungsqualität in Notfallsituationen dar [7, 8].

## Korrespondenzadresse

### Dr. M. Bernhard



Zentrale Notaufnahme, Klinikum Fulda gAG  
Pacelliallee 4, 36043 Fulda  
Michael.Bernhard@klinikum-fulda.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- Aul A, Klose R (2004) Präklinische Thoraxdrainage – Indikation und Technik. Notfall Rettungsmed 8:49–56
- Bernhard M, Gräsner JT, Gries A et al (2010) Die intraossäre Infusion in der Notfallmedizin. Empfehlungen des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Notfallmedizin und des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. Anästh Intensivmed 51:S615–S620
- Bernhard M, Aul A, Helm M et al (2008) Invasive Notfalltechniken in der Notfallmedizin. Indikationen und Ausbildungskonzepte. Notfall Rettungsmed 11:304–309
- Bernhard M, Helm M, Mutzbauer TS et al (2010) Invasive Notfalltechniken: Intraossäre Punktion, Notfallkoniotomie und Thoraxdrainage. Notfallmedizin up2date 5:41–57
- Bernhard M, Hossfeld B, Brenner T, Helm M (2008) Die intraossäre Punktion – Renaissance einer vergessenen Technik? Intensiv Notfallbeh 4:200–206
- Bernhard M, Zink W, Sikinger M et al (2005) Das Heidelberger Seminar „Invasive Notfalltechniken“ (INTECH) 2001–2004. Detaillierte Auswertung eines praxisorientierten notfallmedizinischen Ausbildungskonzepts. Notfall Rettungsmed 8:399–407
- Berlac P, Hyldmo PK, Kongstad P et al (2008) Pre-hospital airway management: guideline from a task force from the Scandinavian society of anaesthesiology and intensive care medicine. Acta Anaesthesiol Scand 52:897–907

Uniforme Entscheidungsalgorithmen sollten für jeden Einsatzbereich einer Klinik gültig sein

12. Biarent D, Bingham R, Richmond S et al (2005) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 67S1:S97–S133
13. Blumberg M, Gorn M, Crain EF (2008) Intraosseous infusion. A review of methods and novel devices. *Pediatr Emerg Care* 24:50–59
16. Breitner B (1989) *Chirurgische Operationslehre Bd II, Chirurgie des Thorax*, 2. Aufl. Elsevier, Urban & Fischer, München
24. Eich C, Timmermann A, Russo SG et al (2007) Simulator-based training in paediatric anaesthesia and emergency medicine—thrills, skills and attitudes. *Br J Anaesth* 98:417–419
26. Fitzgerald M, Mackenzie CF, Marasco S et al (2008) Pleural decompression and drainage during trauma resuscitation. *Injury* 39:9–20
29. Greene A, Zurakowski D, Puder M, Thompson K (2006) Determining the need for simulated training of invasive procedures. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 11:41–49
30. Gries A, Wilhelm W (2004) Defizite im prähospitalen Management bestimmter Notfallsituationen. Verbesserung der notärztlichen Qualifikation durch praxisorientierte Kurskonzepte. *Anaesthesist* 53:1043–1044
31. Gries A, Kreimeier U (2008) Invasive Notfalltechniken. Heute überhaupt noch notwendig oder wichtiger denn je? *Notfall Rettungsmed* 11:302–303
33. Hamaekers AE, Götz T, Borg PA, Enk D (2010) Achieving an adequate minute volume through a 2 mm transtracheal catheter in simulated upper airway obstruction using a modified industrial ejector. *Br J Anaesth* 104:382–386
34. Heidegger T, Gerig HJ, Henderson JJ (2005) Strategies and algorithms for the management of difficult airway. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 19:661–674
35. Helm M, Fischer S, Hauke J et al (2008) Invasive Techniken in der Notfallmedizin – Der intraossäre Zugang. *Notfall Rettungsmed* 11:317–324
36. Helm M, Gries A, Mutzbauer T (2005) Surgical approach in difficult airway management. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 19:623–640
38. Heng K, Bystrycki A, Fitzgerald M et al (2004) Complication of intercostal catheter insertion using EMST techniques for chest trauma. *ANZ J Surg* 74:420–423
39. International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) (2005) Part 4: Advanced life support. *Resuscitation* 67:213–247
48. Martin M, Scalabrini B, Rioux A, Xhignesse MA (2003) Training fourthyear medical students in critical invasive skills improves subsequent patient safety. *Am Surg* 69:437–440
50. Mutzbauer M, Bernhard S, Doll A et al (2008) Die notfallmäßige Koniotomie. *Notfall Rettungsmed* 11:310–316
51. Mutzbauer TS, Helm M (2001) Präklinisches Airway-Management bei Patienten mit Einklemmungstrauma. *Notarzt* 17:57–62
52. Mutzbauer TS, Keul W, Bernhard M et al (2005) Invasive Techniken in der Notfallmedizin. IV. Koniotomie im Notarztdienst. *Anaesthesist* 54:145–154
62. Schmitz D, Waydhas C, Nast-Kolb D (2007) Präklinische Versorgung bei Thoraxtrauma. *Notfall Rettungsmed* 10:255–265
65. Tabas JA, Rosenson J, Price DD et al (2005) A comprehensive, unembalmed cadaver-based course in advanced emergency procedures for medical students. *Acad Emerg Med* 12:782–785
67. Tobias JD, Ross AK (2010) Intraosseous infusions: A review for the anesthesiologist with a focus on pediatric use. *Anesth Analg* 110:391–401
69. Vozenilek J, Huff JS, Reznick M, Gordon JA (2004) See one, do one, teach one: advanced technology in medical education. *Acad Emerg Med* 11:1149–1154
71. Waydhas C, Sauerland S (2007) Prehospital pleural decompression and chest tube placement after blunt trauma. A systematic review. *Resuscitation* 72:11–25
72. Wong DT, Prabhu AJ, Coloma M et al (2003) What is the minimum training required for successful cricothyroidotomy? A study in mannequins. *Anesthesiology* 98:349–353
73. Zink W, Völkl A, Martin E, Gries A (2002) Die „INTECH-Studiengruppe“: Invasive Notfalltechniken (INTECH). *Anaesthesist* 51:853–862

#### Das vollständige Literaturverzeichnis ...

... finden Sie in der html-Version dieses Beitrags im Online-Archiv auf der Zeitschriftenhomepage [www.NotfallundRettungsmedizin.de](http://www.NotfallundRettungsmedizin.de)

# CME-Fragebogen

## kostenfreie Teilnahme für Abonnenten

**Bitte beachten Sie:**

- Antwortmöglichkeit nur online unter: [CME.springer.de](http://CME.springer.de)
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

**Sie kommen als Notarzt eines Rettungshubschraubers bei winterlichem Wetter zu einem Verkehrsunfall. Beim Eintreffen finden Sie ein hypothermes 2-jähriges Mädchen mit Schädel-Hirn-Trauma (Glasgow Coma Scale 7) nach Herausschleudern aus dem Unfallfahrzeug vor. Der Blutdruck beträgt 60 mmHg, die Herzfrequenz 140/min und die pulsoxymetrische Sättigung 92%. Die Anlage eines peripheren venösen Zugangs durch einen bodengebundenen erfahrenen Notarzt misslang. Welcher Zugang zum Gefäßsystem ist im nächsten Schritt sinnvoll?**

- Venae sectio
- Anlage eines zentralvenösen Zugangs
- Verzicht auf einen Gefäßzugang
- Anlage eines intraossären Zugangs
- Erneuter Versuch eines peripheren venösen Zugangs

**Welche der folgenden Lokalisationen beim Erwachsenen ist nicht zur intraossären Punktion mit einem Punktionssystem geeignet?**

- Proximale Tibia
- Distale Tibia
- Proximaler Humerus
- Schädelkalotte
- Sternum

**Welche der folgenden patientenseitigen Bedingungen gefährdet nicht den erfolgreichen Einsatz eines intraossären Punktionssystems?**

- Traumatische Fraktur des Knochens proximal der Punktionsstelle

- Gefäßverletzung proximal der Punktionsstelle
- Vorausgegangener frustraner intraossärer Punktionsversuch an gleicher Punktionsstelle
- Einliegende Knieendoprothese bei Punktion der proximalen Tibia an der gleichen Extremität
- Vorliegen von verbrannten Hautarealen über der Punktionsstelle

**Welche Strukturen werden bei einer korrekt durchgeführten Notfallkoniotomie nicht passiert?**

- Tracheahinterwand
- Haut
- Subkutanes Fettgewebe
- Infrahyoideale Muskulatur
- Membrana cricothyroidea

**Welche der folgenden Aussagen zur Nadeldekompression ist richtig?**

- Eine Nadeldekompression wird im 2. Interkostalraum in der mittleren Axillarlinie durchgeführt.
- Die Nadeldekompression verhindert sicher die Zunahme eines Pneumothorax.
- Eine Nadeldekompression wird im 5. Interkostalraum in der vorderen Axillarlinie durchgeführt.
- Nach Nadeldekompression sollte regelhaft eine Minithorakotomie mit Anlage einer Thoraxdrainage erfolgen.
- Nach Nadeldekompression ist das Risiko eines Rezidivpneumothorax gering.

**Welche Aussage zur Notfallkoniotomie ist richtig?**

- Die Notfallkoniotomie gilt als ein komplikationsloses Verfahren.
- Bei der Notfallkoniotomie werden bewusst Gefäße durchtrennt.
- Bei der Notfallkoniotomie wird die Membrana cricothyroidea durchtrennt.
- Die Notfallkoniotomie mittels chirurgischer Präpariertechnik ist deutlich komplikationsärmer als die Notfallkoniotomie mittels Punktionstechnik.
- Die Notfallkoniotomie kommt, laut Studien aus den USA, häufiger innerklinisch als präklinisch vor.

**Wann sollte spätestens eine intraossäre Kanüle entfernt werden, um eine Infektion zu vermeiden?**

- Nach 6 h
- Nach 12 h
- Nach 24 h
- Nach 36 h
- Nach 72 h

**Nach Anlage einer Thoraxdrainage in Bülow-Position bei einem Patienten mit Thoraxtrauma, besteht ein persistierender hoher Blutverlust aus der Drainage. Welche der folgenden Maßnahmen ist nun indiziert?**

- Anlage einer weiteren Thoraxdrainage in Bülow-Position
- Sofortiger Transport mit offener Thoraxdrainage in die nächste geeignete Klinik
- Sofortiger Zug der Thoraxdrainage

- Sofortiges tieferes Einbringen der Thoraxdrainage
- Anlage einer 2. Drainage in Monaldi-Position

**Welche der folgenden Aussagen ergänzt den Satz richtig? Eine lebensbedrohliche Komplikation der intraossären Punktion ist ...**

- die Fehlpunktion.
- das Verbiegen der intraossären Nadel.
- die Extravasation.
- der Nadelbruch.
- die Luftembolie.

**Welche der folgenden Aussagen ergänzt den Satz richtig? Die ideale Anlagestelle einer Thoraxdrainage nach Bülow ist der ...**

- 2. Interkostalraum in der hinteren Axillarlinie.
- 4.–6. Interkostalraum in der Medioklavikularlinie.
- 9. Interkostalraum in der vorderen Axillarlinie.
- 4.–6. Interkostalraum zwischen vorderer und mittlerer Axillarlinie.
- 8. Interkostalraum parasternal.

**Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de) verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter [CME.springer.de](http://CME.springer.de)**

Hier steht eine Anzeige.



Springer